Vom Zufall zum Programm

Neueste Erkenntnisse aus der Forschung
und was Krebs wirklich ist

TEIL 3

Wie der Organismus gesteuert wird
und der Bioelektrische Code

Jaroslaw Glanz

Die vorliegende Abhandlung ist der dritte Abschnitt einer mehrteiligen Artikelreihe über die Erkrankung Krebs.
Sollte ein Interesse an den anderen Teilen bestehen, können diese über die unten angeführte E-Mail-Adresse als PDF-Dokument angefordert oder unter www.archive.org eingesehen werden.
Bei Fragen oder Diskussionsbedarf kann der Autor gerne kontaktiert werden.

Veröffentlicht von
Jaroslaw Glanz
Reinkenwiese 15a
33378 Rheda-Wiedenbrück
Mai 2026
E-Mail: j38317glanz@gmail.com
Die Weitergabe ist gestattet

„Krebs ist ebensowenig eine Krankheit der Zellen,
wie ein Stau eine Krankheit der Autos ist.

Ein ganzes Leben des Studiums des Verbrennungsmotors
würde niemandem helfen,
unsere Verkehrsprobleme zu verstehen."

— David W. Smithers

Vorwort

„Rucke di guck, rucke di guck. - Blut ist im Schuck. - Der Schuck ist zu klein. -
Die rechte Braut sitzt noch daheim."

– Gebrüder Grimm (1812)

Nach Umfragen haben 75% der Männer in Deutschland den Wunsch, ein E-Auto zu besitzen. Warum eigentlich? Ohne großartig auf die beeinflussenden ökologischen und politischen Faktoren einzugehen: Ist einer der Hauptgründe doch bestimmt, etwas Neuartiges, Fortschrittliches – ja Modernes – zu besitzen? Dabei ist die grundlegende Technologie des E-Autos überhaupt nicht neu. Die Elektromobilität ist sogar eine der ältesten Technologien der Moderne – sie ist fast 200 Jahre alt. Es vergingen nur 20 Jahre, nachdem die *Brüder Grimm* das Märchen *Aschenputtel* veröffentlichten, als *Robert Anderson* den ersten *Elektrokarren* baute. Und schon 1859 konnten elektrische Maschinen mit wiederaufladbaren Akkus betrieben werden. 1881 wurde von *Gustave Trouvé* in Paris das erste massentaugliche Elektroauto vorgestellt. In den 1890er Jahren erlebten Elektroautos einen gewaltigen Boom in Großstädten wie New York, London und Paris. Erst in den 1910er Jahren verdrängte der Verbrennungsmotor das Elektroauto. Bis zum Schluss wurden die Geschwindigkeitsrekorde fast ausschließlich von Elektromotoren gehalten. Warum wurde die Weiterentwicklung der E-Autos nicht fortgeführt? Lassen wir die *Grimms* erzählen:

„ ... Als der Winter kam, deckte der Schnee ein weißes Tüchlein auf das Grab, und als die Sonne im Frühjahr es wieder herabgezogen hatte, nahm sich der Mann eine andere Frau. Die Frau hatte zwei Töchter mit ins Haus gebracht, die schön und weiß von Angesicht waren, aber garstig und schwarz von Herzen. ..."

Modern ist nicht unbedingt, was neu und fortschrittlich ist, sondern was die etablierte Wirtschaft und Wissenschaft als modern definiert und entsprechend über Medien, Schule und Werbung verkauft. Und falls es Einwände oder Kritik von Außenstehenden gibt, wird nicht selten stumpf nach dem ersten Hauptsatz der *Schlosserdynamik* gehandelt: „*Was nicht passt, wird passend gemacht!*" Erst werden die Zehen abgeschnitten, das nächste Mal wird die Ferse abgehackt. Solange die breite Masse die Beeinträchtigungen erträgt und toleriert, kann man ja nach der alten Schlossermanier weitermachen.

Medizinischer Fortschritt ist im Grunde technologischer Fortschritt. Je höher die Technologie, desto genauer kann man biologische Mechanismen messen und manipulieren – überhaupt erst erkennen. Hätte man die Elektrotechnik nicht gehemmt und z.B. *Nikola Teslas* Errungenschaften adäquat gewürdigt und vorangetrieben, würden wir heute wahrscheinlich nicht nur alle ein E-Auto mit spottbilligem Verbrauch besitzen, sondern würden auch medizinisch um einige Jahrzehnte weiter sein. Die tiefgründige Verbindung zwischen Biologie und Elektrik hätte sich viel eher offenbart, die manche Forscher schon zu Beginn des 20. Jh. vermutet hatten. Dass biologische Organismen auch elektrische Kräfte nutzen, ist schon lange bekannt. Das Ausmaß der Elektrik in organischem Leben wurde allerdings noch bis vor fünfzehn Jahren gewaltig unterschätzt. Ihre systematische Erforschung wurde erst vor einigen Jahren so richtig angegangen.

Es verwundert sehr, welchen Märchen der moderne Mensch trotz der Aufgeklärtheit und des einfachen Zugangs zu Informationen glaubt. Die Zaubererrobe ist nun weiß, das Zauberwort ist Wissenschaft und die Glaskugel ist flach. Die Prinzipien sind in vielen Fällen dieselben geblieben: Unsichtbare Kräfte oder Wesen verbreiten Angst, machen angeblich krank oder wollen uns an die Gurgel. Und für ganz bestimmte Fälle scheinen Naturgesetze nicht mehr zu gelten.

Um sich vor modernen Mythen zu schützen, muss man die Welt und wie sie funktioniert besser verstehen. Wie funktioniert die Welt? – Wie funktionieren wir?

Die materielle Welt kann man in drei Hauptbereiche unterteilen:
- Das Universum, beschrieben durch die Kosmologie
- Die Atomebene, beschrieben durch die Atom- und die Kernphysik
- Die Lebewesen, beschrieben durch die Biologie

Damit unsere Welt existieren kann, muss sie von Kräften organisiert und zusammengehalten werden. Eine davon ist der Elektromagnetismus. Auf atomarer Ebene ist seine ausschlaggebende Rolle bekannt. Auf den beiden darüberliegenden Ebenen der materiellen Wirklichkeit wird seine Kraft jedoch allgemein nur wenig beachtet. Wenn man allein seine gewaltige Stärke betrachtet (10^{36}-fach stärker als Gravitation), ist diese Erscheinung recht sonderbar.

In diesem Artikel sollen die kaum bekannten, aber überaus faszinierenden elektromagnetischen Abläufe in biologischen Organismen vorgestellt werden: Die fast schon magische Welt der

Bioelektrik.

1. Bioelektrizität

Dass Lebewesen Elektrizität und Licht erzeugen können, war schon lange bekannt. Um das zu erkennen, muss man nicht einmal Interesse an Biologie und Physik besitzen. Es reicht ein nächtlicher Spaziergang im Wald oder Schwimmen in einem Seitenarm des Amazons. Schriftliche Aufzeichnungen reichen bis zu 2700 Jahre v. Chr. zurück. Die Ägypter erkannten die Gemeinsamkeit eines Blitzes mit den elektrischen Entladungen des Zitterwels' und nannten diesen Fisch „Gewitterer des Nils". *Aristoteles* (4. Jh. v. Chr.) beschrieb die lähmende Wirkung elektrisierender Fische bei Tier und Mensch und nannte dieses Phänomen „magisches Gift". Der römische Arzt *Scribonius Largus* (1. Jh. n. Chr.) hat lebende Zitterrochen sogar schmerztherapeutisch bei Gicht und chronischen Kopfschmerzen eingesetzt – die erste bekannte Elektrotherapie.

Heute sind um die 300 Fischarten bekannt, die elektrischen Strom zur Jagd, Verteidigung, Orientierung und Kommunikation erzeugen können. Bei Landlebewesen ist die aktive Nutzung von Elektrizität bei dem Schnabeltier, dem Ameisenigel und bei den bienenartigen Insekten nachgewiesen. Die Orientalische Hornisse enthält sogar ein Solar-Kraftwerk in ihrem Panzer, welcher Sonnenlicht in elektrischen Strom umwandelt. Die Fähigkeit, sichtbares Licht zu erzeugen, haben tausende von Lebewesen.

Im 18. Jh. n. Chr. begann die moderne wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Elektrizität. Im selben Jahrhundert wurde auch schon ihre Verbindung zu biologischen Organismen untersucht. Während man anfangs noch von Bioelektrizität sprach, entwickelte sich daraus ein neuer wissenschaftlicher Zweig innerhalb der Biologie: Die Elektrophysiologie.

1752 beschrieb der Physiker *Johann Sulzer*, dass Metall auf der Zunge einen Geschmack erzeugt. Die wissenschaftliche Grundlage lieferte jedoch erst *Luigi Galvani* in den 1780er Jahren. Berühmt wurde er durch die zufällige Entdeckung, dass sezierte Froschschenkel bei Kontakt unterschiedlicher Metalle zuckten. Er beschrieb jedoch nicht nur die Wirkung galvanischer Ströme auf Muskeln, sondern auch die der elektro-statischen Spannung. Bei Kontakt mit dem Skalpell, während eine Elektrisiermaschine in der Nähe lief oder bei Gewitter, konnte er nämlich dieselben Muskelzuckungen toter Tiere beobachten. Sein Neffe *Giovanni Aldini,* fasziniert von diesen Beobachtungen und wahrscheinlich motiviert durch seinen Geschäftssinn, wandte diese Mechanismen auf tote Menschen an. Die Leiche des *George Foster* erlangte 1803 hierdurch Berühmtheit. Der Zombie der westlichen Welt trat in Erscheinung und *Frankenstein* erhielt die zündende Idee. Man sprach von der Elektrizität sogar als der „*vis vitalis*", *der (physischen) Lebenskraft*, die sogar den Tod rückgängig machen könnte.

Doch es wurde nicht nur pseudowissenschaftlich weiter experimentiert. *Alessandro Volta* entwickelte um 1800 aufgrund eines Disputs mit *Galvani* die (moderne) elektrochemische Zelle (ugs. Batterie). Er untersuchte die Anatomie des Zitterrochens und erkannte, dass die elektrischen Organe des Fisches aus vielen hintereinandergereihten Zellen bestehen. Er kopierte dieses Funktionsprinzip, indem er Kupfer- und Zinkplättchen abwechselnd stapelte und durch elektrolytgetränkte Tuchstücke trennte.

1843 entdeckte man, dass Herzschläge auf elektrischen Impulsen basieren. 1849 konnte an neuen Messgeräten gezeigt werden, dass Nerven bei der Aktivierung von Muskeln tatsächlich Elektrizität erzeugen. Und ein Jahr später konnte schon die Geschwindigkeit von Nervenimpulsen gemessen werden.

1887 wurde das erste EKG am Menschen aufgezeichnet und 1890 wurden erstmals Hirnströme gemessen. Das erste EEG (Elektroenzephalogramm) wurde 1924 aufgezeichnet.

Nach der bloßen Entdeckung der biologischen Elektrizität, galt es nun die physikalisch-chemischen Mechanismen zu verstehen, wie Zellen diese Elektrizität erzeugen und verarbeiten können. Schon zu Beginn des 20. Jh. wurde klar, dass die Zellen die elektrischen Potentiale mithilfe von halbdurchlässigen Membranen erzeugen müssten und dass Kalium-Ionen die wichtigste chemische Komponente dafür sei. Mitte des 20. Jh. wurde beides bewiesen und Natrium-Ionen als das zweite wichtige chemische Element erkannt. In den 1970er Jahren wurden die Ionenkanäle an der Zellmembran nachgewiesen, durch welche die Ionen für die Spannungsänderungen fließen.

1952 wurde der erste Herzschrittmacher erfunden – er hatte die Größe eines Röhrenfernsehers. 1957 erschien der erste batteriebetriebene tragbare HSM. 1958 gelang die erste Implantation.

Im Jahr 2000 wurde ein *Entzündungsreflex* entdeckt, das darauf basiert, dass das Gehirn über den Vagusnerv direkt mit dem Immunsystem kommuniziert. 2016 konnte gezeigt werden, dass ein implantierter elektrischer *Vagusnerv-Stimulator* zu signifikanter Verringerung von Entzündungssymptomen bei *rheumatoider Arthritis* führte. 2025 wurde so ein Implantat in den USA zur Behandlung von Rheuma zugelassen. Das Nervensystem wird hier als Schnittstelle sozusagen gehackt, um das Immunsystem über elektrische Impulse zu steuern.[1,2]

2. Bio-Elektromagnetismus

Der Elektromagnetismus ist die entscheidende Kraft der unbelebten Materie. Er hält den Atomkern und die Elektronen nicht nur zusammen, sondern bestimmt auch deren Anordnung, sodass es überhaupt unterschiedliche Elemente gibt. Darüberhinaus wird auch die Bindung der Atome zu Molekülen durch elektromagnetische Kräfte erreicht, sodass diese den Aufbau und die Eigenschaften der Materie bestimmen.

Die Konstruktion von belebter Materie, sprich Biomolekülen, die dem Aufbau von Zellen und der Informationsverarbeitung dienen, geschieht durch zum Teil unbekannte Kräfte. Bei dem was bekannt ist, ist der Elektromagnetismus im Prinzip *die* fundamentale und dominante Formkraft des materiellen Lebens. Sie bestimmt hauptsächlich, wie sich Biomoleküle falten und wie sie

---

[1] Pavlov, Valentin A., u.a., Bioelectronic Medicine: From Preclinical Studies on the Inflammatory Reflex to New Approaches in Disease Diagnosis and Treatment, Cold Spring Harb Perspect Med., 2020, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7050582/ (04.05.2026)

[2] Vince, Gaia, Hacking the Nervous System, BrainFacts, 2016, https://www.brainfacts.org/diseases-and-disorders/therapies/2016/hacking-the-nervous-system-032216 (04.05.2026)
„*One nerve connects your vital organs, sensing and shaping your health. If we learn to control it, the future of medicine will be electric.*“

miteinander interagieren. Elektromagnetismus ist die Sprache der Atome und die Sprache belebter Materie – der Biologie.

2. 1 Das 20. Jahrhundert

Der Elektromagnetismus wurde bei Lebewesen aber auch schon früh nicht nur auf molekularer Ebene erforscht. Neben der elektrischen Steuerung und Informationsverarbeitung des Nervensystems, wurden in Randgebieten der Biologie, elektromagnetische Kräfte in Bezug auf Orientierung, Wachstum (Entwicklung und Regeneration), Zellkommunikation und Formgebung untersucht oder vermutet.

In den 1920er Jahren stellte *Alexander Gurwitsch* die Hypothese auf, dass Zellen über ultraviolette Strahlung miteinander kommunizieren, um die Zellteilung anzuregen. Er nannte sie *Mitogenetische Strahlung*.

In den 1930er Jahren behauptete *Harold Burr*, dass alle Lebewesen von einer elektrischen Feldmatrix umgeben seien. Er nannte sie die *L-Felder* (Life-Fields). Hochkomplexe elektrodynamische Felder steuerten hiernach, wo Zellen wachsen und wie sie sich differenzieren sollen. Sie seien die Quelle jeglicher Kommunikation – noch bevor biochemische Reaktionen stattfänden, wirkten sie auf einer Ebene jenseits der DNA und bildeten den Bauplan für die physische Form von Lebewesen („*elektrodynamische Theorie des Lebens*“). Diese Felder besäßen für die Medizin auch diagnostischen Wert, weil messbare Veränderungen der Felder auf bestimmte Krankheiten hinweisen würden.

1957 entdeckten *Eiichi Fukada* und *Iwao Yasuda*, dass Knochen piezoelektrische Eigenschaften besitzen. Die Piezoelektrizität beschreibt das Phänomen, bei dem durch mechanische Verformung elektrische Ladungen in Festkörpern entstehen oder umgekehrt elektrische Spannung eine Verformung bewirkt. Bekannt vor allem bei Kristallen wie Quarz. Erst die elektrischen Spannungen signalisieren den knochenaufbauenden Zellen, wo mehr Material benötigt wird. Interessant ist hierbei, dass die Piezoelektrizität des Knochens hauptsächlich auf die Kollagenfasern und nicht auf die mineralischen Bestandteile zurückzuführen ist.

In den 1960er Jahren führte *Robert Becker* die Arbeit von *Burr* fort. Er entdeckte spezifische elektrische Ströme an organischen Verletzungen in Reptilien und Säugetieren. Er schlussfolgerte, dass dieses Phänomen nicht bloß ein Symptom der Verletzung sei, sondern zu einem Steuerungssystem gehöre, welches Regeneration einleitet und überwacht. Er wies nach, dass Zellen in der Nähe einer Verletzung durch diese elektrischen Signale sogar in Stammzellen umgewandelt werden können. Den Ursprung für diese Signale fand er im Nervensystem.[3]

1963 wurden Bakterien entdeckt, die sich magnetisch ausrichteten. 1975 konnte *Richard Blakemore* die ursächliche Komponente dieses Verhaltens in Mikroorganismen identifizieren. Er fand winzige Kristalle aus *Magnetit* im Inneren der Zellen. In den 1970er und 1980er Jahren wurde Magnetit bei verschiedenen höheren Lebewesen nachgewiesen, die das Erdmagnetfeld zur

[3] Z.B. Becker u. Selden, The Body Electric, Electromagnetism and the foundation of life, William Morrow, 1987

Navigation nutzen, z.B. in Tauben, Zugvögeln, Lachsen und Bienen. 1992 wurde entdeckt, dass auch der menschliche Körper Magnetit herstellt. Es wurde vor allem im Gehirn, aber auch in anderen Organen wie Herz, Leber und Milz gefunden.

1968 postulierte *Herbert Fröhlich*, dass biologische Mikrosysteme, bestehend aus Molekülen, Energie und Information durch gleichmäßiges Schwingen speichern könnten. Diese Information sei für die Organisation der Zelle und die Enzymaktivität entscheidend. Durch viele moderne Experimente wurden schwache Schwingungen gemessen, die diese Theorie stützen. Weil sie jedoch oft nicht reproduzierbar waren und durch andere physikalische Kräfte erklärt werden könnten, wurde diese Theorie bis heute nicht eindeutig bewiesen. Widerlegt wurde *Fröhlich* jedoch auch nicht. Die sogenannte *Fröhlich-Kondensation* existiert noch als unbestätigtes Konzept und wird diskutiert.

1974 entwickelten *Lionel Jaffe* und *Richard Nuccitelli* ein Verfahren, mit dem man erstmals extrazelluläre Ionenströme an lebenden Zellen messen konnte, ohne diese zu beschädigen. Sie konnten aufzeigen, dass bei der Entwicklung von Embryonen Ionenströme bereits lange vor der ersten sichtbaren zellulären Differenzierung oder der Bildung von Nervenzellen, die Wachstumsachse festlegen. Mit diesem Verfahren bestätigten sie auch die Arbeiten von *Robert Becker*, da sie einen modernen Nachweis dafür lieferten, dass Wunden stetige elektrische Ströme erzeugten, die der Lenkung der Zellmigration und somit der Heilung dienten. Sie bewiesen somit eine bioelektrische Kontrolle von Entwicklungsprozessen und Regeneration.

In den 1970er Jahren griff *Fritz-Albert Popp* die Ideen von *Gurwitsch* auf. Er bestätigte in den 1980er Jahren durch moderne Messmethoden die Existenz der Zellstrahlung und begründete das Fach *Biophotonik*. Seine Theorie besagt, dass Zellen auch durch die von ihm benannten *Biophotonen* kommunizieren und biochemische Prozesse untereinander koordinieren.

2. 2 Das 21. Jahrhundert

Den Übergang des Bio-Elektromagnetismus (des Weiteren abgegrenzt Bioelektrik oder Biophysik genannt) vom 20. in das 21. Jh., könnte man mit der Genetik vergleichen. Die *Epigenetik* löste den *Genetischen Determinismus* in der Jahrtausendwende durch eine Fülle von bestätigenden Experimenten ab. So wird auch die Bioelektrik als systemischer, übergeordneter Steuerungsmechanismus durch moderne Messverfahren immer mehr bestätigt. Nicht biochemische und molekularbiologische Mechanismen scheinen die vordergründigen Kräfte für biologische Abläufe zu sein, sondern elektromagnetische. Der parallele zeitliche Verlauf der Erkenntnis seit den 1950er Jahren bis jetzt zwischen der Epigenetik und der Bioelektrik offenbart auch ihre immer stärker ersichtliche Verwandtschaft. Es kristallisiert sich ein Bild, dass die Entscheidung, wo welches Teil verbaut wird, nicht von der DNA bestimmt wird, sondern maßgeblich über eine Art bioelektrisches Netzwerk gesteuert wird.

Durch moderne technologische Mittel ist man nun in der Lage nicht nur ein Zuschauer zu sein, sondern den Akteur zu spielen. Es geht hauptsächlich nicht mehr darum, die elektrischen Ströme und Felder überhaupt zu finden, sondern ihren möglichen Code zu entziffern und die Steuerung künstlich zu übernehmen.

Die moderne Forschung wird immer noch von den molekularbiologischen Disziplinen Genetik und Biochemie dominiert. Die Epigenetik holt mit großen Schritten auf. Die Bioelektrik als Teilgebiet der Biophysik und Physiologie gewinnt zwar an Bedeutung, gehört aber noch zu den Randgebieten der modernen Biologie. Es offenbart sich jedoch immer mehr das Bild, dass elektromagnetische Kräfte die Grundsprache aller biologischen Abläufe bilden. Neben dem Verstehen, wie Lebewesen gebildet und wie ihre komplizierten Mechanismen gesteuert werden, bildet die Erforschung der elektromagnetischen Sprache des organischen Lebens aber auch noch einen wichtigen praktischen Nutzen. Anstatt mühsam an den Genen herumzupfuschen, könnte man dem Organismus sagen, was er tun soll. Hierfür muss man jedoch verstehen, welche Information wie verarbeitet wird. Man müsste den *Bioelektrischen Code* knacken.

2. 3 Der Bioelektrische Code

Je mehr die Erkenntnisse über die Zellen und deren Steuerung zunahmen, desto deutlicher wurde, dass die Biologen vermehrt Physiker und Informatiker zu Rate ziehen sollten. Vielleicht ihnen sogar die Leitung bei der Erforschung der Biologie auf Zellebene zu überlassen. So ist es nicht verwunderlich, dass die größten Fortschritte der Bioelektrik des 21. Jh. von einem ehemaligen Informatiker gemacht wurden und werden – von *Michael Levin*.

Bevor und während *Michael Levin* seine wissenschaftliche Karriere startete, war er professioneller Software-Ingenieur. Er erforschte wie Informationen in Systemen gespeichert und verarbeitet werden und entwickelte Software für Datenverarbeitung und Künstliche Intelligenz. Dann trat er ein Doppelstudium in Informatik und Biologie an und machte 1992 seinen Abschluss. 1996 promovierte er im Fach Genetik. Durch die Entdeckungen von *Becker*, *Burr* und *Jaffe* angespornt, widmete er sich seitdem der Zellbiologie und begann die „bioelektrische Sprache" zu erforschen, mit der Zellen während der Embryogenese kommunizieren. Im Jahr 2000 gründete er sein eigenes Labor und untersuchte, wie Ionenkanäle die großflächige Kommunikation zwischen Zellen steuern. 2002 bewies er, dass winzige Spannungsunterschiede notwendig sind, damit ein Embryo überhaupt weiß, wo links und rechts ist.[4] 2007 zeigte ein Forscherteam unter seiner Leitung, dass man durch die gezielte Änderung des Membranpotentials das Nachwachsen eines kompletten Froschschwanzes auslösen kann – ohne Genmanipulation.[5] 2011 ließ er durch elektrische Impulse Kaulquappen Augen an Körperstellen wachsen, wo sie physiologisch nicht hingehören (z.B. am Bein und Schwanz).[6] 2013 zeigte er, dass Plattwürmer ihre Form in einem elektrischen Feld speichern. Er erschuf zweiköpfige Würmer, die die zweiköpfige Form sogar nach einer weiteren

---

[4] Levin, Michael, u.a., Asymmetries in H+/K+-ATPase and cell membrane potentials comprise a very early step in left-right patterning, Cell, 2002, https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(02)00939-X?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS009286740200939X%3Fshowall%3Dtrue (05.05.2026)

[5] Adams, S. Dany, Levin, Michael, u.a., H^+ pump-dependent changes in membrane voltage are an early mechanism necessary and sufficient to induce Xenopus tail regeneration, Development, 2007, https://journals.biologists.com/dev/article/134/7/1323/53047/H-pump-dependent-changes-in-membrane-voltage-are (05.05.2026)

[6] Pai, Vaibhav P., Levin, Michael, u.a., Transmembrane voltage potential controls embryonic eye patterning in Xenopus laevis, Development, 2012, https://journals.biologists.com/dev/article/139/2/313/45402/Transmembrane-voltage-potential-controls-embryonic (05.05.2026)

Teilung beibehielten. Die DNA blieb völlig unverändert.[7,8] Seit 2017 erforscht er die Möglichkeiten der Verbindung zwischen Bioelektrik und Künstlicher Intelligenz. Und ab 2019 widmet er sich der Erforschung computergesteuerter Erschaffung von *Xenobots* – „*lebendigen Robotern*“, Organismen, die so in der Natur nicht existieren und wie komplexe Werkzeuge spezielle Aufgaben erfüllen sollen. Hier ist die Rede von „*synthetischen lebenden Maschinen*“.[9] Erwähnenswert ist hierbei die Konstellation des Kunstwortes *Xenobots* – eine Kombination aus *Xenopus laevis* (afrikanischer Krallenfrosch) und *robot*. Die verwendeten Stammzellen stammten zunächst ausschließlich von diesem Frosch und werden auch heute noch hauptsächlich verwendet. Da wird man doch gleich an *Galvani* und seine Froschschenkel erinnert. (Übrigens lässt auch *Frankenstein* grüßen, denn seit 2023 werden auch *Anthrobots* „erschaffen“.)[10]

Michael Levin ist offensichtlich nicht der klassische Biologe. Er behauptet von sich, ein Informatiker geblieben zu sein, der lediglich auf „biologischer Hardware“ und mit „bioelektrischer Software“ arbeitet. Die DNA sei die Hardware, ein flexibles Ersatzteillager, die Bioelektrizität die Software, die den Bauplan verwaltet. *Levin* hat den Begriff *Bioelectric Code* in Analogie zum *Genetischen Code* etabliert. Er möchte damit die Rollen der DNA und der Bioelektrik grundlegend neu definieren. Er betont damit, dass die immer noch sehr populäre Meinung, das Genom sei der Bauplan des Organismus, in seinen Augen überholt und widerlegt sei. Er ist die Speerspitze der Forscher des 21. Jh., deren bahnbrechende Leistung darin besteht, die elektromagnetischen Kräfte, nicht nur als Nebenprodukt oder untergeordnete Mechanismen biochemischer und molekularbiologischer Prozesse zu sehen. Die Bioelektrik sei dagegen das übergeordnete Betriebssystem, das anweist und steuert.

Als Informatiker sieht *Levin* es folgendermaßen: Beim Bau eines Computers ist die Hardware essenziell – ohne sie läuft nichts. Aber die Hardware bestimmt nicht, was berechnet wird oder was auf dem Bildschirm erscheint. Und bei einem Problem mit einem Programm, schraubt man nicht

---

[7] Beane, Wendy S., Levin, Michael, u.a., Bioelectric signaling regulates head and organ size during planarian regeneration, Development, 2013, https://journals.biologists.com/dev/article/140/2/313/76645/Bioelectric-signaling-regulates-head-and-organ (05.05.2026)

[8] Levin, Michael, Endogenous bioelectrical networks store non-genetic patterning information during development and regeneration, Journal of Physiology, 2014, https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1113/jphysiol.2014.271940 (05.05.2026)

[9] Kriegman, Sam, Levin, Michael, u.a., A scalable pipeline for designing reconfigurable organisms, Proc. Natl. Acad. Sci., 2020, https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1910837117 (05.05.22026)

Angeblich wurden schon 2021 Xenobots von KI-Algorithmen erschaffen, die sich nicht nur fortpflanzen können, sondern auch noch auf einem Weg, der so in der Natur nicht bekannt ist (siehe „Pac-Man-Replikation“). Nach Levin sei dies der Beweis, dass biologische Intelligenz und künstliche Intelligenz zusammen etwas erschaffen könnten, das in der Natur so nicht existiert.
Kriegman, Sam, Levin, Michael, u.a., Kinematic self-replication in reconfigurable organisms, Proc. Natl. Acad. Sci., 2021, https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2112672118 (05.05.2026)

Und 2026 soll die Integration eines Nervensystems erfolgt sein, wodurch die nun genannten *Neurobots*, komplexere Verhaltensmuster zeigen und nicht mehr nur mechanisch auf ihre Umwelt reagieren. Der Vision von „intelligenten“ biologischen Maschinen - synthetischen Wesen mit einer Architektur zur Informationsverarbeitung - sei man nun einen großen Schritt näher gekommen.
Fotowat, Haleh, Levin, Michael, u.a., Engineered Living Systems With Self-Organizing Neural Networks: From Anatomy to Behavior and Gene Expression, Advanced Science, 2026, https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/advs.202508967 (05.05.2026)

[10] Levin, Michael, Meet the Anthrobots: a new living entity with much to teach us, 2023, https://thoughtforms.life/meet-the-anthrobots-a-new-living-entity-with-much-to-teach-us/ (05.05.2026)

den Rechner auf, um die Transistoren neu zu verlöten. Anstatt die DNA mühsam mit der „Genschere“ *CRISPR*[11] zu manipulieren, versucht er den bioelektrischen Code zu editieren – eigentlich zu hacken – um das Wachstum zu steuern. Die einzelnen Zellen werden wie Agenten betrachtet, die in einem verteilten Computersystem kommunizieren. Bei seinen *Xenobots*, *Neurobots* und *Anthrobots* ist deutlich zu erkennen, dass sein Herz immer noch eigentlich für die Informatik schlägt. Ein Biologe untersucht bestehende Lebewesen. Er arbeitet an einer Künstlichen Intelligenz, welche neuartige, synthetische Lebewesen erschaffen soll. Er hat die Software-Industrie verlassen, um stattdessen die Software des Lebens zu erforschen. Mit der Erfahrung eines Ingenieurs ist ihm anscheinend vor allem daran gelegen, den *Bioelectric Code* nicht nur zu beobachten, sondern auch umzuschreiben.

Mehrmals konnte Levin und sein Team aufzeigen, dass bioelektrische Ströme und Zustände als *High-Level-Instruktions* fungieren, die komplexe biologische Kaskaden einleiten:

- Schon in den allerersten Stadien der Embryonalentwicklung sind bestimmte Ionenpumpen asymmetrisch verteilt. Diese Pumpen erzeugen unterschiedliche elektrische Potentiale zwischen der linken und der rechten Seite des Embryos. Die Spannungsunterschiede ziehen geladene Signalmoleküle auf eine bestimmte Seite.
- Die Elektrophysiologie stellte sich als ein fundamentales Prinzip bei der Musterbildung des gesamten Organismus heraus, die man davor fast nur mit Nerven und Muskeln in Verbindung brachte. Durch künstlich manipulierte Spannungsunterschiede oder das Blockieren von Ionenpumpen, konnten sie auslösen, dass sich die Organe spiegelverkehrt oder sogar völlig zufällig angeordnet haben. Diese Entdeckung führte zu der Theorie, dass Zellen ein *elektrisches Gedächtnis* für den Bauplan des Körpers besäßen.
- Für die Experimente, an denen sie Augen an verkehrten Körperstellen wachsen ließen, haben sie einen spezifischen Bereich des Membranpotentials identifiziert, der mit der Augenbildung in Verbindung gebracht wurde. Sie manipulierten die Ionenkanalanordnung und veränderten dadurch die elektrische Spannung von Zellen, die sich weit entfernt vom Kopfbereich befanden. Die fremden Zellen entsprachen nun dem „Augen-Profil“ und begannen ein voll funktionsfähiges Auge zu bilden, mitten im Gewebe anderer Körperpartien. Die Zellen am Bein hatten die normale Bein-Differenzierung, aber der bioelektrische Befehl überschrieb dieses Bein-Programm und aktivierte ein anderes hochkomplexes Gen-Ablese-System. Man muss also nicht wissen, wie man genetisch ein Auge baut, es reicht zu wissen, wie man den Zellen den Befehl zum Auge-Bauen erteilen kann.
- Das „neue“ Programm Auge betrifft jedoch nicht nur die manipulierten Zellen, sondern hat auch eine Fernwirkung. Die Nachbarzellen, die nicht direkt elektrisch verändert worden waren, fingen an, sich am Bau des Auges zu beteiligen. Dies offenbart eine kollektive Intelligenz von Zellverbänden. Darüberhinaus bewirkte diese Manipulation sogar eine weitreichendere Systemwirkung. Die fremden Augen verbanden sich mit dem Nervensystem und lieferten funktionelle Sehinformationen. Obwohl sie nicht mit dem Gehirn verbunden waren, reagierten die Frösche auf visuelle Reize, die sie über die Augen am Hinterteil wahrnahmen.
- Bei den Experimenten mit den Plattwürmern konnten sie beweisen, dass die Bioelektrik auch eine langanhaltende systemische Speicherform bildet. Nachdem die bioelektrische Manipulation für das Wachstum eines zweiten Kopfes nicht mehr aufrechterhalten wurde,

[11] Ein molekularbiologisches, biochemisches „Werkzeug“, um DNA präzise zu schneiden und zu verändern. https://www.mpg.de/11018867/crispr-cas9 (05.05.2026)

bildeten die einzelnen Folgewürmer nach der nächsten Halbierung erneut einen zweiten Kopf. Es entstanden erstaunlicherweise keine normalen Würmer mit Kopf und Schwanz. Auch nach vielen weiteren „Generationen“ von Schnitten behielt das Gewebe die Information bei, dass es ein zweiköpfiges System bilden soll. Die Standard-Morphologie lässt sich dauerhaft verändern, ohne die Gene anzurühren. Es funktioniert wie ein Schalter, den man elektrisch umlegt. In diesem neuen Zustand verbleibt das System, bis man es erneut elektrisch umprogrammiert. Dies zeigt, dass nicht das Genom, welches unverändert blieb, die Strukturbildung des Organismus steuert, sondern das bioelektrische Netzwerk – der *Bioelectric Code*.

- Bei den Xenobots geschieht die Manipulation der Kommunikation der Zellen untereinander und der Bewegung des gesamten Systems durch das Verändern des Membranpotentials. Dies geschieht, indem man die Aktivität der Ionenkanäle erhöht oder hemmt. Die einzelnen Funktionen der unterschiedlichen Zellen, z.B. der aktiven Muskelzellen oder der passiven Hautzellen sitzen zwar natürlich in ihnen drin, das erstellte Zusammenspiel wird jedoch künstlich bioelektrisch erzeugt. Die Stellglieder sind bioelektrische Schalter. Es wird kein neuer Code geschrieben, sondern die Zellen werden aus ihrem Kontext, dem Embryo, herausgenommen. Ihre „Default-Programmierung“ (Voreinstellungen) wird im neuen Kontext, dem künstlichen Zellverbund, für neue Zwecke „ausgeliehen“. *Levin* bezeichnet die Xenobots bildlich als „Sandkästen für die Morphogenese“ (Entstehung der Form). Sie sind noch sehr primitiv, bestätigen jedoch die epigenetische Erkenntnis, dass organisches Leben nicht starr ist und in gewisser Weise plastisch. Wenn man Zellen neu organisiert, bauen sie nicht zwangsläufig nach dem Handbuch ihrer Vorfahren, sondern unter Umständen das, was unter einem veränderten elektromagnetischen Netzwerk und den aktuellen physikalischen Bedingungen möglich ist.

2. 3. 1 Die Sprache des bioelektrischen Codes

Der Binärcode der Computersprache ist eindimensional, nutzt nur einen Signal-/ Informationsträger: die Elektronen, und seine Sprache besteht aus zwei Buchstaben: 1 und 0. Gelesen wird die elektrische Ladung.

Der Bioelectric Code ist dreidimensional. Neben dem Raum beinhaltet er auch noch eine zeitliche Dimension, weil er nicht nur Objekte, sondern auch Konzepte verwendet, die durch Bewegung erst existieren können. Er nutzt mehrere verschiedene Informationsträger: Neben unterschiedlichen Ladungen von Elektronen und Ionen: Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, H^+, HCO_3^-; auch Spannungsbereiche, Potentiale, Gradienten, Frequenzen und Felder. Die Anzahl der Buchstaben dieser Sprache wird eine immense sein. Wobei man hier eher gleich in Wörtern, Sätzen oder Passagen denken muss. Es ist ein hochdimensionaler, mehrwertiger Code.

Wie funktioniert das genau?

- Alle Zellen besitzen auf der Hülle eine elektrische Spannung – das Membranpotential. Diese entsteht durch ungleiche Verteilung von geladenen Ionen zwischen dem Zellinneren und dem Zelläußeren. Durch Einschleusen und Ausschleusen von Ionen durch Ionenkanäle verändert sich diese Spannung. Bestimmte Spannungsbereiche funktionieren wie Wörter oder Befehle. *Levin* vergleicht die Spannungsunterschiede an den Zellmembranen mit Bits auf einer Festplatte, die Informationen speichern. Die Theorie des Membranpotentials beschreibt nur

einen gemittelten Zustand, in der Praxis ist die Membran elektrisch dynamisch und kann durch aktive Prozesse, räumlich unterschiedliche Gradienten gleichzeitig aufweisen (lokale Mikrodomäne).

- Die Ionenkanäle dienen als eine Art Tastatur auf der Zelle. Die entstehenden Spannungsänderungen dienen als Signale, die der Zelle Befehle erteilen, ihr Verhalten zu ändern. Sie dienen aber auch der Kommunikation, sodass die benachbarten Zellen oder bewegliche Zellen, wie die des Immunsystems, erkennen, wie es um diese Zelle steht und was sie tut. Dabei wird nicht einfach nur die Spannung gemessen, es wird registriert, *welche* Ionen diese Spannung erzeugt haben.
- Es existiert eine übergeordnete Software, die auf dem Kollektiv der Zellen läuft. Zellen sind durch kleine Tunnel, sogenannte *Gap Junctions*, miteinander verbunden, die als direkte Kommunikationskanäle zwischen benachbarten Zellen dienen. Sie erzeugen ein dreidimensionales Netzwerk, worüber elektrische und chemische Signale verteilt werden. Was die Elektrik angeht, bilden sie die schnellste und direkteste Ausbreitung von Aktionspotentialen. Auf dieser Ebene dienen auch räumliche Muster als Information. Darüber wird kommuniziert, wo die Spannung hoch oder niedrig ist und wie schnell sich elektrische Wellen durch das Gewebe ausbreiten. Durch die geometrische Anordnung dieser Spannungsfelder kann gespeichert werden, welches Organ wo liegt.

Michael Levin sieht den *Bioelektrischen Code* als programmierbare Schnittstelle des organischen Lebens. Aus einer zunächst unscheinbaren Beobachtung der Biophysik, hat er eine neue Disziplin der Biologie, mit viel Potential für die regenerative Medizin, gemacht. Seine Experimente beweisen, dass der einseitige Gen-Zentrismus der modernen Biologie, nicht die grundlegenden Antworten über die Form eines Lebewesens geben kann. Die Sequenzierung des Genoms reiche hierfür nicht aus. Bei gleichbleibender DNA konnte er völlig andere Formen bilden. Und diese Form werde von einer übergeordneten Software gebildet. Er redet hierbei von der *Top-Down-Steuerung* und versteht darunter, dass biologische Systeme nicht nur durch ihre molekulare Grundausstattung (Bottom-up) bestimmt werden, sondern durch übergeordnete Ziele/ Baupläne. Er verwendet hierfür häufig den Begriff „*der andere Histon-Code*“, um zu verdeutlichen, dass er epigenetische Informationen meint, die nicht in der DNA stehen. Dieser Code basiere auf bioelektrischen Mustern, die im Gewebe gespeichert seien. Während der klassische epigenetische Histon-Code Modifikationen beschreibt, die bestimmen, welche Gene ein- oder ausgeschaltet werden, meint er damit eine höhere Informationsebene: *Bioelektrische Gedächtnisspuren* oder *Morphogenetische Felder*. Nach Levin reguliere der bekannte *Histon-Code* den Zustand der Zelle, „*der andere Histon-Code*“ beschreibe dagegen die kollektive Architektur des gesamten Organismus. Die Bioelektrik bezeichnet er bei diesem Code als *kognitiven Klebstoff*, der einzelne Zellen dazu bringt, gemeinsam als ein intelligentes System zu handeln.

In diesem Zusammenhang nutzt er einen weiteren Begriff aus der Informatik: *Bioelectric Circuit* (Bioelektrischer Schaltkreis). Er beschreibt damit, wie Zellen durch die *Gap Junctions* und Ionenkanäle elektromagnetisch kommunizieren, um komplexe Gewebemuster zu bilden (Morphogenese) und zu reparieren. Diese Muster geben der Zelle von oben vor, wie sie sich anordnen und welche Form sie einnehmen soll. Levin betont die kognitiven Fähigkeiten von Zellkollektiven, die planen und korrigieren. Es ist für ihn eine Form der kollektiven Intelligenz, die höhere Ziele verfolgt und die molekulare Ebene (DNA) steuert. Bioelektrische Netzwerke

betrachtet er als eine Form von „*nicht-neuralem Gehirn*“, das den Bauplan des Körpers verwaltet. Durch das Ändern der Spannungen, könne man den Code umschreiben und dem Organismus neue Befehle erteilen. Biologische Organismen könne man durch ein Update der Software verändern. Zurzeit geschieht dies hauptsächlich, indem Ionenkanäle manipuliert werden. *Levin* und andere Systembiologen gehen sogar so weit zu sagen, dass Lebewesen im Grunde hauptsächliche keine physischen Strukturen sind, sondern *Informationsnetzwerke*. Biologie ist für sie letztendlich keine reine Chemie – sie ist angewandte Informationstheorie.[12,13,14]

3. Biophysikalische Steuerung

3. 1 Biomoleküle

Wie können biologische Moleküle wie Hormone und Enzyme Informationen und Energie übertragen? Standardmäßig erhält man die Antwort: Nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip. Was Enzyme angeht, wurde dieses starre Modell schon 1958 durch das dynamische *Induced-Fit-Modell* nach *Koshland* abgelöst. Doch auch bei diesem Modell geht es hauptsächlich um die räumliche Struktur und Anpassung. Die einzelnen auf- und abbauenden Mechanismen sind zwar bekannt, die dahinterliegende Kraft, war jedoch lange ein Rätsel. Das gilt für die enorme Beschleunigung und für die Tatsache, dass Enzyme selbst nicht chemisch verändert werden. Nun ist bekannt, dass ein Enzym ein gigantisches internes elektrisches Feld aufbaut, das die Reaktion physikalisch erzwingt. Die Form des Enzyms dient als eine Art Kondensator, um dieses Feld zu erzeugen.[15] Ein hochaktuelles Forschungsgebiet befasst sich mit der Analyse und dem Design von elektrischen Feldern, die von Proteingerüsten erzeugt und gespeichert werden. Neben dem besseren Verstehen der Funktionsweise natürlicher Enzyme, ist das Ziel, künstliche Enzyme zu kreieren.[16]

Wie finden passende biologische Moleküle im dichten Gedränge sowohl außerhalb und vor allem innerhalb der Zelle zueinander? Räumlich-mechanisch würde es viel zu lange dauern und eine Glückssache sein. Elektrostatische Felder von Enzym und Substrat oder von Hormon und Rezeptor ziehen sich über Distanzen an. Diese Felder lenken und drehen das Molekül schon im Flug in die richtige Position, noch bevor es zu einem physischen Kontakt kommt. Spezialisierte Faltungen der Proteine fungieren dabei als elektromagnetische Antennen und reagieren auf äußere Felder: Elektrische Felder verändern die dreidimensionale Struktur der Proteine, üben Kräfte auf

---

[12] Levin, Michael, Molecular bioelectricity in developmental biology: New tools and recent discoveries, Bioessays, 2012, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3430077/ (06.05.2026)

[13] Levin u. Martyniuk, The bioelectric code: An ancient computational medium for dynamic control of growth and form, Biosystems, 2017, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10464596/ (06.05.2026)

[14] Levin, Michael, The Computational Boundary of a “Self”: Developmental Bioelectricity Drives Multicellularity and Scale-Free Cognition, Frontiers in Psychology, 2019, https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2019.02688/full (06.05.2026)

[15] Fried u. Boxer, Electric Fields and Enzyme Catalysis, Annu Rev Biochem, 2017, https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-biochem-061516-044432 (06.05.2026)

[16] Hennefarth u. Alexandrova, Advances in optimizing enzyme electrostatic preorganization, Curr Opin Struct Biol., 2022, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959440X21000907?via%3Dihub (06.05.2026)

bestimmte Bereiche der Proteine aus und steuern deren Funktion teilweise berührungslos.[17] Auch die Erforschung von Proteinen als elektromagnetische Oszillatoren ist brandaktuell. Es wurde gezeigt, wie elektromagnetische Wellen mit den mechanischen Schwingungen von Proteinen in Resonanz treten. Proteine besitzen für sie spezifische Resonanzfrequenzen. Trifft eine Welle mit der exakt passenden Frequenz auf das Protein, verändert es seine Form. Dies dient dem Transport von Informationen durch das Molekül und der Informationsspeicherung.[18]

Die Funktionsweise von Hormonen stellt am deutlichsten dar, dass das Schlüssel-Schloss-Prinzip in der Informationsweitergabe biologischer Systeme wenig Sinn ergibt. In der strukturellen Biologie herrscht bei Hormonen ein Paradoxon: Die Kontaktfläche zwischen Hormon und Rezeptor besteht aus einem kleinen Teil der Gesamtfläche des Moleküls – einer einzelnen Molekülspitze, dem sogenannten *Epitop*. Wofür ein unnötig großes Protein bauen, wenn die eigentliche Berührung so winzig ist? Hätten wir vergleichbare Schlüssel für unsere Schlösser, müssten wir sie in Rucksäcken tragen. Die Lösung ist, dass Hormone elektromagnetisch wirken und gesteuert werden. Lange bevor sich die Moleküle berühren, wirken elektrostatische Kräfte, damit sie zueinander finden (Ladungs-Fernkontakt). Die relativ große Masse des gefalteten Hormons und des Rezeptors sind perfekt ausbalancierter Multipole. Sie erzeugen ein weitreichendes elektrostatisches Feld. Der Rezeptor besitzt das spiegelbildliche Gegenfeld des Hormons. Das Finden zueinander basiert auf *Electrostatic Steering* (elektrostatisches Lenken). Das Hormon wird über weite Distanzen angezogen und im Flug so gedreht, dass die winzige Andockspitze punktgenau auf der Bindestelle des Rezeptors landet.[19,20]

Der für seinen Zweck angeblich viel zu große Rumpf erfüllt verschiedene elektromagnetische Funktionen. Neben Anziehung und Kopplung bestehen die Aufgaben darin, eine charakteristische Signatur zu bilden und elektrostatische Feldlinien auf die Kontaktspitze zu bündeln. Nicht die räumlich-mechanische Form übergibt die Information, sondern der elektrische Impuls, der bei Berührung augenblicklich das elektrostatische Gleichgewicht des Rezeptors verändert. In diesem Zusammenhang wird auch das rätselhafte Prinzip der *Allosterie* verständlich. Die Allosterie ist ein Steuerungsmechanismus, bei dem die Funktion eines Proteins durch Bindung eines Moleküls an einer, von der aktiven Seite entfernten Stelle reguliert wird. Die Strukturänderung bewirkt eine Fernwirkung durch das gesamte Protein. Die Allosterie wird hauptsächlich nach der Proteinfaltung zur Regulation genutzt (vor allem Enzymaktivität) und bei der Wirkung durch Hormone an den Rezeptoren. Bis vor Kurzem wurde überhaupt nicht verstanden, wie diese allosterische Signalübertragung wirkt. Erst dieses Jahr entdeckte man, dass der Mechanismus vom

---

[17] Cifra, Michal, u.a., The effects of external electric fields on proteins, Royal Society of Chemistry, 2026, https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2026/cs/d3cs00244f (06.05.2026)

[18] Chen, Jiafei, u.a., Resonant Coupling Between Electromagnetic Waves and Protein Conformational Dynamics Revealed by Molecular Dynamics Simulations, arXiv physics.chem-ph, 2026, https://arxiv.org/pdf/2601.22180 (06.05.2026)

[19] Gavutis, Martynas, u.a., Determination of the Two-Dimensional Interaction Rate Constants of a Cytokine Receptor Complex, Biophysics Journal, 2006, https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495(06)72516-4?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0006349506725164%3Fshowall%3Dtrue (06.05.2026)

[20] Meltzer, Robert H., u.a., Electrostatic Steering at Acetylcholine Binding Sites, Biophysical Journal, 2006, https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495(06)71841-0?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0006349506718410%3Fshowall%3Dtrue (06.05.2026)

anfänglichen Kontakt bis zum Ziel (der Auslösung des Effekts) elektrostatisch funktioniert, indem eine elektrisch bedingte Kettenreaktion im Inneren des Rezeptors, über eine Art Stromkabel auf Wasserbasis, weitergeleitet wird.[21]

Ganz neu ist auch die Erkenntnis, dass ein Rezeptor viel mehr als ein starres Bauteil ist. Es ist eine Art hochsensibles, vibrierendes Instrument, welches Information am ehesten über Schwingungen weitergibt. Rezeptoren haben dynamische Formen, die ständig in sich selbst schwingen. Diese Schwingungen sind nicht zufällig, sondern folgen bestimmten Mustern/ Resonanzen. Die Aktivierung des Rezeptors hängt davon ab, wie das Hormon die Eigenschwingung des gesamten Rezeptors verändert. Nach diesem Modell ist Allosterie eine „Resonanz-Kopplung". Die Bindung an einer Stelle des Proteins löst eine Veränderung der Vibrationsfrequenz aus. Vergleichbar mit dem Griff des Fingers an einer bestimmten Stelle einer Saite, der das Schwingungsverhalten und den Klang des gesamten Instruments verändert. Es konnte gezeigt werden, dass ein Rezeptor diese Schwingungen nutzt, um Informationen von der Außenseite der Zelle nach innen zu leiten, ohne dass sich das Protein dabei selbst stark verbiegen muss. Die Resonanz ist das Signal – die Information.

Durch diese Art der Informationsweitergabe kann ein Rezeptor verschiedene Aufgaben im Inneren der Zelle einleiten. Unterschiedliche Wirkstoffe erzeugen unterschiedliche Schwingungsmuster. Wie eine Trompete, die durch unterschiedliche Töne und Muster, verschiedene Marschbefehle weitergab. Im Zellinneren reagieren unterschiedliche Moleküle auf für sie zugeschnittene Signale.

---

[21] Schmidt und de Groot, Sodium Ions Regulate GPCR Activation by Remodeling Allosteric Coupling Networks and Hydration Patterns, bioRxiv, 2026, https://www.biorxiv.org/content/10.64898/2026.03.27.714850v1.full (07.05.2026)

Der Artikel nutzt häufig den Begriff „mechanisch", um die Abläufe zu beschreiben. In der Molekularbiologie ist die Grenze zwischen „elektrostatisch" und „mechanisch" fließend. Die elektrostatische Kraft ist der fundamentale Auslöser und Motor der Allosterie, aber die Auswirkung im Protein wird als mechanische Kopplung beschrieben. Es wird gezeigt, dass im Inneren des Rezeptors geladene Ionen und Wassermoleküle wie ein elektrisches Kabel angeordnet sind. Der elektrostatische Kontakt des Hormons an der Außenseite verschiebt die elektrischen Ladungen dieses Ionen-Kabels. Dadurch ändert sich das elektrostatische Feld am anderen, inneren Ende des Rezeptors. Die auslösenden Partikel sind Natrium-Ionen. Die Allosterie funktioniert wie ein Relais, es ist ein bioelektrischer Schalter. Ein winziger elektrostatischer Impuls von außen schaltet eine Kaskade im Inneren an. Die physikalische Ursache ist nicht mechanisch, sondern rein elektrostatisch.

Erst 2025 hat man „allosterische Pfade" überhaupt identifiziert. Es konnte aber nur eine „Landkarte" gezeichnet werden, ohne die Kräfte zu verstehen, die die Pfade benutzen. Die Erkenntnis ist nun, dass elektrostatische Kräfte von Natrium und Wasser durch diese Pfade fließen. Das statische, rein mechanische Modell von 2025 wurde durch dynamische Kräfte der Elektrostatik und Hydratation ergänzt. Vor 2025 wusste man, dass Natrium beteiligt ist, konnte aber den genauen Weg der Kraft nicht verstehen. 2025 wurde bewiesen, dass die Anordnung der Proteine Pfade erzeugen, man nannte aber nur mechanische Kräfte. Jetzt weiß man, dass das „elektrostatische Kabel" genau dort verläuft, wo das mechanische Modell sie vorhergesagt hat. Man erkannte letztes Jahr die dynamische Struktur der Moleküle und ihre Hebel, jetzt weiß man, dass die Hebel aus einer Kette von Wassermolekülen bestehen, die durch die Elektrostatik des Natriums versteift oder gelockert werden. Eine wichtige Integration des elektrischen Modells besteht darin, dass das Wasser im Inneren des Rezeptors nicht bloßes Füllmaterial oder Gleitmittel ist, wie bis vor einigen Monaten noch angenommen wurde. Die Wassermoleküle sind ein fester Bestandteil des elektrischen und mechanischen Netzwerks. Die winzige Andockfläche des Hormons reicht völlig aus, weil sie wie ein elektrostatischer Zündfunke wirkt. Dieser Funke polarisiert das interne Ionen- und Wassernetzwerk des Rezeptors und leitet das Signal als elektrische Welle ins Zellinnere weiter. Der räumlich-mechanische Aspekt dient nur der zielgenauen Übertragung, besitzt aber keine steuernde Wirksamkeit für sich allein, wie ein Schlüssel. Der gesamte Aufbau des Hormons bündelt die nötigen und spezifischen elektrostatischen Kräfte und erzeugt die notwendige Konzentration des passenden Ions - in diesem Fall der Natrium-Ionen.

Vossel, de Groot, u.a., Allosteric Lever: Toward a Principle of Specific Allosteric Response, Physical Review X, 2025, https://journals.aps.org/prx/abstract/10.1103/wv2k-676p (07.05.2026)
Godec, Aljaz, Mechanisches Prinzip der Allosterie, Max-Planck-Institut, 2025, https://www.mpinat.mpg.de/5065923/rn_2505 (07.05.2026)

Die Basis dieser Schwingungen ist elektrostatisch.[22,23] Der Rezeptor ist kein Mechanismus mit Hebeln, wie ein Schloss, sondern ein dynamischer Energiefeld-Erzeuger und Informationsverarbeiter. Es ist auch kein Schalter, sondern eine Antenne und eine Art flexibler, multifunktionaler Dimmer, dessen Funktionsprinzip durch Ionen und Wasser vermittelt wird. Allosterie ist ein bioelektromagnetischer Kommunikationsmechanismus und ein Rezeptor ist ein hochkomplexes, wassergefülltes Bauteil, das Information über elektromagnetische Schwingungskopplung und vielleicht sogar über Resonanz überträgt.

3. 2 Chronobiologie

Die Chronobiologie wirft große Rätsel auf. Den zentralen Taktgeber der *Inneren Uhr* hat man im Gehirn identifiziert, es ist der *Nucleus Suprachiasmaticus* (SCN) im Hypothalamus. Doch wie schafft es dieser Dirigent, dass Billionen von Zellen in Echtzeit absolut synchron schwingen? Welche Kraft wäre dazu in der Lage? Man weiß zwar nicht genau wie, aber der Favorit ist offensichtlich der Elektromagnetismus. *Fritz-Albert Popp* schlägt die Biophotonen vor. Seine zentrale These besagt, dass Biophotonen ein elektromagnetisches Feld bildeten, welches das gesamte Gewebe und die Innere Uhr steuere. Der SCN fungiere hierbei als Master-Oszillator, der das Lichtfeld moduliert.[24] *Herbert Fröhlich* nahm schon in den 1960er Jahren an, dass alle Zellen im Organismus im Gleichklang im Terahertz-Bereich schwingen – die *Fröhlich-Kondensation*. Dies würde eine gleichzeitige Kommunikation ermöglichen.[25] Durch *Michael Levins* Arbeit könnte man ableiten, dass langanhaltende elektrische Spannungsgradienten in Zellmembranen der Synchronisation dienen könnten.[26] Dass die Innere Uhr nicht durch die DNA gesteuert wird, wie lange vermutet wurde, konnte man schon 2011 beweisen: Erythrozyten besitzen keinen Zellkern und keine DNA, ihr Stoffwechsel läuft jedoch auch in einem exakten 24-Stunden-Rhythmus ab.[27] Stattdessen konnte 2016 eine klare Verbindung zwischen Elektrizität und Chronologie aufgezeigt werden: Magnesium-Ionen fungieren als periphere Taktgeber in jeder einzelnen Zelle. Ihre Konzentration wird aktiv im Rhythmus hoch- und runtergefahren, wodurch sich die elektrostatische Umgebung verändert.[28]

---

[22] Guo, Yang, u.a., Structural basis of adenosine 2A receptor-balanced signaling activation relies on allosterically mediated structural dynamics, Cell Chemical Biology, 2025, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2451945625002582 (07.05.2026)

[23] Gurevich u. Gurevich, Activation primes GPCRs for versatile coupling, Cell Chemical Biology, 2025, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2451945625002648 (07.05.2026)

[24] Popp u. Zhang, Mechanism of Interaction Between Electromagnetic Fields and Living Organisms, Science in China, 2000, https://de.scribd.com/doc/266408902/Mechanism-of-interaction-between-electromagnetic-fields-and-living-organisms (07.05.2026)

[25] Fröhlich, Herbert, Long-range coherence and energy storage in biological systems, Quantum Chemistry, 1968, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/qua.560020505 (07.05.2026)
Fröhlich, Herbert, Long-Range Coherence in Biological Systems, Department o/ Physics, University o/ Liverpool, 1977, https://ayuba.fr/pdf/frohlich1977.pdf (07.05.2026)

[26] Levin, Michael, Molecular bioelectricity: how endogenous voltage potentials control cell behavior and instruct pattern regulation in vivo, Molecular Biology of the Cell, 2014, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4244194/ (07.05.2026)

[27] O'Neill u. Reddy, Circadian clocks in human red blood cells, nature, 2011, https://www.nature.com/articles/nature09702 (07.05.2026)

[28] Feeney, Kevin A., u.a., Daily magnesium fluxes regulate cellular timekeeping and energy balance, nature, 2016, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4886825/ (07.05.2026)

3. 3 Immunologie

Wunden erzeugen ein elektrisches Feld. Immunzellen erkennen die Richtung dieses Feldes, wie mit einem Kompass, und steuern darauf zu.[29] Dabei fungieren Kalziumkanäle in der Zellmembran der Immunzellen als elektrische Sensoren. Liegt das entsprechende Feld an, öffnen sich die Kanäle asymmetrisch und zwingen die Zelle zur Wanderung (Elektrotaxis). Die bioelektrischen Signalketten steuern nicht nur zum Entzündungsort, sondern auch zum Angriff auf feindliche Mikroorganismen. Der wichtigste Informationsträger sind hierbei Kalziumionen. Die klassische Biologie spricht oft nur von chemischen Botenstoffen. Die Elektrotaxis zeigt, dass der Organismus auch ein elektrisches Leitsystem nutzt.[30] Es besteht die These, dass Proteine und ihre Zielmoleküle, z.B. ein Antikörper und ein Antigen, die gleiche elektromagnetische Frequenz teilen, nur mit entgegengesetzter Phase. Wenn zwei Moleküle auf derselben Frequenz schwingen, ziehen sie sich über größere Distanzen gegenseitig an. Die Beeinflussung dieses Phänomens wurde in Experimenten allein durch bestimmte Frequenzen von Licht gezeigt, was die Bedeutung der Schwingungsmuster, zur Informationsweitergabe und Steuerung, verdeutlicht.[31]

3. 4 Neurologie

Dass Nerven Informationen elektrisch weiterleiten ist ja kein Geheimnis. Doch die rein elektrochemische Übertragung ist nicht der einzige Weg, wie Nerven ihre Nachbarzellen beeinflussen. Jede elektrische Leitung erzeugt ein elektromagnetisches Feld. Diese Felder von Neuronen haben eine Feldwirkung auf benachbarte Zellen, und können deren Membranspannung verändern, ohne dass eine synaptische Verbindung vorliegt, oder gar ein Kontakt besteht (ephaptische Kopplung). Diese Feldverbindung führt auch zu einer Synchronisation. Die Zellen passen ihren eigenen Rhythmus daran an. Es besteht die Vermutung, dass Gehirnwellen, die man über das EEG messen kann, nicht nur Abfall der Hirnaktivität sind, sondern aktive Kommunikationsmittel des Gehirns, um weite Bereiche in Millisekunden zu synchronisieren.[32,33] Es wurde schon bewiesen, dass sich neuronale Aktivität allein durch elektrische Felder durch Hirngewebe ausbreiten kann, selbst wenn die chemischen Synapsen blockiert sind.[34] Weitere

---

[29] Zhao, Min, u.a. Electrical signals control wound healing through phosphatidylinositol-3-OH kinase-γ and PTEN, nature, 2006, https://www.nature.com/articles/nature04925 (07.05.2026)

[30] Immler, Roland, u.a., Calcium signalling and related ion channels in neutrophil recruitment and function, European Journal of Clinical Investigation, 2018, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6221920/ (07.05.2026)

[31] Cosic, Irena, The Resonant Recognition Model of Bio-molecular Interactions: possibility of electromagnetic resonance, Bio-electronics Group, Department of Electrical & Computer Systems Engineering Monash University, https://www.researchgate.net/profile/Irena-Cosic/publication/261455810_The_Resonant_Recognition_Model_of_Bio-molecular_Interactions_possibility_of_electromagnetic_resonance/links/545ed7f00cf27487b44f0ec6/The-Resonant-Recognition-Model-of-Bio-molecular-Interactions-possibility-of-electromagnetic-resonance.pdf (07.05.2026)

[32] Fröhlich u. McCormick, Endogenous Electric Fields May Guide Neocortical Network Activity, Neuron - CellPress, 2010, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896627310004630 (07.05.2026)

[33] Anastassiou, Costas A., u.a., Ephaptic coupling of cortical neurons, nature neuroscience, 2011, https://www.nature.com/articles/nn.2727#citeas (07.05.2026)

[34] Chiang, Chia-Chu, u.a., Slow periodic activity in the longitudinal hippocampal slice can self-propagate non-synaptically by a mechanism consistent with ephaptic coupling, The Journal of Physiology, 2018, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6312416/ (07.05.2026)

Diskussion besteht darin, ob die Myelinscheiden wie Glasfaserkabel funktionieren könnten. Wenn das zutrifft, wäre eine Kommunikation in Lichtgeschwindigkeit innerhalb des Gehirns möglich.[35]

3. 5 Schwarmintelligenz bei Einzellern

Viele Einzeller bilden Kolonien, auch wenn sie isoliert existieren und sich unabhängig vermehren können. Dies tun sie, um Vorteile zu nutzen, die sie als Einzelgänger nicht hätten. In dieser Kolonie kommunizieren die einzelnen Individuen miteinander und arbeiten zusammen, um gemeinschaftlich bestimmte Ziele zu erfüllen. Um eine Gemeinschaft bilden zu können, egoistische Ansprüche zurückzustecken und den Vorteil des Zusammenseins zu erkennen, bedarf es einer übergeordneter Organisation und komplexer Kommunikation.

Diesen gemeinschaftlichen Kommunikationsprozess nennt man bei Mikroorganismen (vor allem bei Bakterien erforscht) *Quorum Sensing*. Das Wort *Quorum* bezeichnet ein bestimmtes kollektives Verhalten, sobald eine Mindestanzahl von z.B. Bakterien erreicht ist, die für die Gültigkeit einer gemeinschaftlichen Entscheidung notwendig ist. Mittels Signale wird hierfür die Zelldichte ihrer Population gemessen (*Sensing*). Sobald eine geeignete Population vorliegt, werden bei allen Individuen gleichzeitig die gleichen Gene gelesen, um synchronisiert Aufgaben zu steuern, wie die Bildung eines Biofilms, einer Biolumineszenz, oder Einleitung des Angriffsmodus. Noch bis vor Kurzem dachte man, dass *Quorum Sensing* rein biochemisch ablaufe. Ein Artikel aus dem Jahr 2025 beweist, dass diese kollektive Kommunikation – oder Steuerung – auch auf elektromagnetischen Wellen basiert. Darüberhinaus wird gezeigt, dass diese Wellen gegenüber biochemischen Prozessen, auch deutlich höhere Datenraten und eine größere interzelluläre Distanz ermöglicht.[36] Schon 2015 konnte gezeigt werden, dass Bakterienkolonien über Aktionspotentiale miteinander kommunizieren (wie Nervenzellen in einem Gehirn). Durch Kalium-Ionen werden Membranpotentiale so verändert, dass sich elektrische Wellen durch die gesamte Kolonie ausbreiten. Das Verhalten und der Stoffwechsel aller im Kollektiv lebenden Individuen wird so synchronisiert. Durch künstliche elektrische Ströme konnten Kolonien im Wachstum räumlich gehemmt werden.[37] Im selben Jahr wurde auch gezeigt, dass das Verhalten von Bakterien durch sehr schwache, elektrisch induzierte Magnetfelder verändert wird. Bakterien reagieren auf diese physikalischen Felder, indem sie DNA-schützende Proteine erzeugen. Interessant ist hierbei, warum die Bakterien wohl den Schutz erhöhen.[38]

---

[35] Kumar, Sourabh, u.a., ossible existence of optical communication channels in the brain, Sci Rep, 2016, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5098150/ (07.05.2026)

[36] Barani u. Sarabandi, Electromagnetic Signaling Outperforms Quorum Sensing in Bacterial Biofilms: A Communication Channel Capacity Perspective, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2025, https://ieeexplore.ieee.org/document/10848061 (09.05.2026)

[37] Prindle, Arthur, u.a., Ion channels enable electrical communication in bacterial communities, nature, 2015, https://www.nature.com/articles/nature15709 (09.05.2026)

[38] Baraúna, Rafael A., u.a., Exposure to an extremely low-frequency electromagnetic field only slightly modifies the proteome of Chromobacterium violaceum ATCC 12472, Genetics and Molecular Biology, 2015, https://www.scielo.br/j/gmb/a/QfTMbt9q6gYx7hYwtTRSBqS/?lang=en (09.05.2026)

3. 6 Fazit zur biophysikalischen Steuerung

Die vorliegende Aufzählung beinhaltet nur Beispiele einer immer länger werdenden Liste, die nicht nur offenbart, dass elektromagnetische Kräfte bei vielen Mechanismen der Biologie eine Rolle spielen, sondern dass der Elektromagnetismus ein grundlegendes und alles durchziehendes Prinzip der Biologie darstellt.

Dass Chemie im Grunde auf elektromagnetischen Kräften basiert, wurde im Laufe des 19. Jh. stückweise erkannt: Die Chemie beschreibt nur, wie sich Stoffe unter Einfluss dieser Kräfte zusammensetzen und umwandeln. Dass der Elektromagnetismus die fundamentalen Kräfte auch für die Biochemie liefert, wurde im Laufe des 20. Jh. schrittweise erkannt: Die Biochemie beschreibt biologische Aktionen und Reaktionen, deren Ursachen in elektromagnetischen Wechselwirkungen liegen. Diese Erkenntnis betraf jedoch hauptsächlich die kleineren molekularbiologischen Ebenen und viele Aspekte der Zellstruktur und -funktion. Höher liegende Systeme und Abläufe größerer Strukturen wurden vordergründig stofflich, mechanisch und kontaktbezogen verstanden. Selbstverständlich mit Ausnahme der Neurologie, in der elektrische Ströme offensichtlich sind.

Das 20. Jh. brachte aber auch Forscher hervor, welche übergeordnete biophysikalische Erklärungen vorschlugen, die von der Allgemeinheit jedoch kaum gehört wurden. Auch im 21. Jh. hatte es die Biophysik nicht leicht, in der etablierten Biologie Fuß zu fassen. So langsam entwickelt sich aber die letzten 15 bis 20 Jahre ein Paradigmenwechsel in der Forschung. Ein schon im Jahr 2010 erschienener Artikel beschreibt die Erkenntnis, dass elektromagnetische Kräfte viel Erklärungspotential für ungeklärte Beobachtungen auf Zell- und Zwichenzellebene liefern könnten. Gleichzeitig zeigt er historisch auf, dass diesbezügliche Theorien mannigfach schon länger vorliegen und von modernen wissenschaftlichen Experimenten teilweise bestätigt werden. Er betont, dass die Belege zwar noch gering seien, sich jedoch im kontinuierlichen Wachstum befänden.[39]

---

[39] Cifra, Michal, u.a., Electromagnetic cellular interactions, Science Direct Elsevier, 2010, Erschienen in *Progress in Biophysics and Molecular Biology* - Elsevier, Mai 2011, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079610710000660?via%3Dihub (09.05.2026)
„Chemische und elektrische Wechselwirkungen innerhalb von und zwischen Zellen sind hinlänglich belegt. Genau das Gegenteil gilt jedoch für zelluläre Wechselwirkungen über andere physikalische Felder. Der wahrscheinlichste Kandidat für eine weitere Form zellulärer Wechselwirkung ist das elektromagnetische Feld. […] *Wir zeigen auf, dass es eine beträchtliche Anzahl von Theorien darüber gibt, wie Zellen elektromagnetische Felder erzeugen und detektieren können, und erörtern die experimentellen Belege für elektromagnetische zelluläre Wechselwirkungen in der modernen wissenschaftlichen Literatur. Wenngleich diese Belege bislang noch spärlich sind, mehren sie sich doch kontinuierlich.* […] *Die meisten in der aktuellen Fachliteratur beschriebenen Mechanismen der Zell-zu-Zell-Kommunikation basieren auf chemischer oder elektrischer Signalübertragung. Im Gegensatz dazu ist unser Verständnis nicht-chemischer und nicht-elektrischer Kommunikationsformen bestenfalls noch rudimentär. In diesem Artikel sichten wir Belege für alternative Kommunikationsformen, wobei der Schwerpunkt auf interzellulären Interaktionen mittels elektromagnetischer Felder liegt. Diese alternativen Formen der interzellulären Signalübertragung könnten dazu beitragen, Phänomene zu erklären, die sich nur schwer auf andere Signalmechanismen zurückführen lassen (wie beispielsweise Phänomene, die ein synchrones Verhalten physisch voneinander unabhängiger biologischer Einheiten erfordern). […] Daten aus der Literatur belegen, dass elektromagnetische Felder (EMF) von biologischen Systemen in einem breiten Frequenzbereich erzeugt und empfangen werden können; von statischen Feldern bis hin zu einem breiten Spektrum optischer und nicht-optischer EMF-Spektren.*[…] *Es besteht kein Zweifel daran, dass Biosysteme auf verschiedenen Ebenen durch elektromagnetische Felder (EMF) beeinflusst werden können. Ebenso wenig Zweifel besteht daran, dass Biosysteme selbst Quellen von EMF sein können. Die zentrale Frage lautet nun, ob Biosysteme EMF für eine zweckgerichtete Interaktion (Kommunikation) nutzen – und, falls dies der Fall ist: Auf welcher Ebene des biologischen Organismus findet dies statt? Die Datenmenge, die diese Annahme stützt, wächst rasant an – und zwar im gleichen Tempo wie die Zahl der offenen Fragen, die einer Klärung bedürfen.“*

Was die Allgemeinheit und die praktizierende Medizin anbelangt, ist das biologische Denken bis heute im Prinzip noch stark stofflich und mechanisch geprägt.

Man könnte die Liste elektromagnetischer Steuerung und Informationsverarbeitung anhand weiterer Systeme des Organismus erweitern. Was z.B. den Metabolismus, die Mechanotransduktion oder die Hämodynamik anbelangt. Hier geht es jedoch nicht darum, eine vollständige Auflistung zu liefern, sondern aufzuzeigen, dass der Elektromagnetismus alle Ebenen der organischen Funktionalität und vor allem der Steuerung durchzieht und verbindet. Was die übergeordnete Steuerung – die Metasteuerung des einzelnen Organismus und die der gesamten organischen Lebenswelt – auch ist, sie nutzt den Elektromagnetismus als das hauptsächliche und übergeordnete Werkzeug.

4. Das Interstitium

Um ein Phänomen vollständig zu verstehen, bedarf es der Detailtiefe und der Vogelperspektive. Angesichts der hochkomplexen Beschaffenheit von lebenden Organismen und vor allem des Menschen, ist das Behalten des Überblicks des großen Ganzen gar nicht so einfach zu bewerkstelligen. Während sich der größte Teil der Forschung in Details verliert, versuchen seit den 1990er Jahren Systembiologen Stoffwechselnetzwerke in ihrer Gesamtheit – vor allem als Informationssysteme – zu analysieren.

Netzwerke bedürfen verbindender räumlicher Strukturen. Der größte und alles durchziehende Raum im menschlichen Körper ist das Interstitium. Seine systemische Funktion hat Pischinger schon in den 1950er Jahren erkannt. Er nannte es deshalb nicht einfach Zwischenraum oder Zwischenzellgewebe. Sein bevorzugter Begriff für das Interstitium war *Zelle-Milieu-System.* Er definierte es als ein verbindendes und dynamisches Regulationsorgan, welches aus mehreren biologischen Systemen bestehe – die *Grundregulation*. Um seine Struktur zu beschreiben und zu betonen, dass es nicht nur räumlich-mechanisch verbindet, sondern auch funktionell und informationell, sprach er vom Interstitium als der *extrazellulären Matrix*.

Während *Virchow* postulierte: „Die Zelle ist alles.“, erkannte *Pischinger*: „Die Zelle ist nichts – ohne ihr Milieu.“ Die Zelle sei keine autonome Insel und sei von Signalen abhängig, die vom Interstitium an sie weitergeleitet werden. Erst diese Signale würden die Zelle aktivieren. Nach den Erkenntnissen der Epigenetik hieße das: Erst diese Signale greifen auf die Gendatenbank zu. Ohne den Reiz aus dem Milieu, bleibt die Zelle still – die Gene bleiben still. Die von Pischinger benannte Grundregulation, könnte man als Steuerung bezeichnen, die in der Vernetzung des gesamten Systems liegt. Erst das komplexe Netzwerk würde die Organisation des Gewebes ermöglichen, indem es als Informationsträger für Zelladhäsion, Migration und Differenzierung fungiert.

4. 1 Systemische Mechanotransduktion

In diesem Zusammenhang ist erstrangig die *Mechanobiologie* und das Konzept der *Tensegrity*[40] relevant. 1997 zeigte *Donald Ingber*, wie das Zytoskelett unter einer Vorspannung steht. Bei mechanischem Zug auf die Zelloberfläche, geht die physikalische Deformation augenblicklich durch die Filamente bis in den Zellkern durch.[41] 2008 erschien eine Zusammenfassung seiner Forschung, in der er auch nachweist, dass makroskopische Bewegungen, die Mikroumgebung der Zellen verformen und dadurch die Genaktivierung steuern können.[42] 2014 konnte die direkte biophysikalische Brücke zwischen dem Interstitium und dem inneren Zytoskelett beschrieben werden. Die Zelle ist physisch durch Filamente mit dem Interstitium verbunden, welche Zug und Druck direkt bis in den Zellkern unverzüglich übertragen, die in biochemische Signale und Genexpression übersetzt werden.[43]

4. 2 Biophysikalisches Netzwerk

Während *Ingber* das Interstitium als mechanisches Skelett beschreibt, sehen die Biophysiker *James Oschman* und *Mae-Wan Ho* darin ein biophysikalisches Netzwerk zur elektromagnetischen Daten- und Energieübertragung.

Die Struktur des Interstitiums besteht hauptsächlich aus einem feinen, mit Wasser gefüllten, Geflecht aus Kollagenfasern. *Oschman* beschreibt, wie mechanische Verformungen der Kollagenfasern durch den piezoelektrischen Effekt in elektrische Energie umgewandelt werden. Es entstünden Signale und würden dann, in Form von Protonen und Elektronen, in einer enormen Geschwindigkeit durch das Netzwerk aus Kollagen und wassergefüllten Kanälen, wie durch einen Halbleiter, fließen. Das flüssigkristalline, kollagene Netzwerk transportiert für ihn aber nicht nur mechanische und elektrische Signale. Es leite darüberhinaus simultan auch vibratorische und photonische Informationen weiter.
Bei der Lichtübertragung stützt er sich auf die Forschung der Biophotonik nach *Fritz-Albert Popp*, wonach Zellen ständig Lichtsignale aussenden und der ultraschnellen Regulation und Kommunikation dienen. Die hochgradig geordneten kristallinen Strukturen der Kollagenfasern und das sie umgebende, strukturierte Wasser (Hydratationshülle) fungierten wie ein Lichtwellenleiter,

---

[40] Von „Tensional Integrity“ (dt. Spannungszusammenhalt); beschreibt Konstruktionen, die durch ein ausgewogenes Verhältnis von Zug- und Druckkräften stabilisiert werden.

[41] Ingber, Donald, Tensegrity: the architectural basis of cellular mechanotransduction, Annual Review of Physiology, 1997, https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.physiol.59.1.575 (11.05.2026)

[42] Ingber, Donald, Tensegrity and Mechanotransduction, Journal of Bodywork and Movement Therapies, 2008, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2614693/ (11.05.2026)

2012 konnte sogar gezeigt werden, wie. Der Zellkern und das Chromatin (verpackte DNA) werden durch physikalische Kräfte direkt verformt. Durch die Dehnung der DNA-Struktur werden bestimmte Genbereiche mechanisch entfaltet, sodass Transkriptionsfaktoren und Enzyme physisch Zugang erhalten, um die Gene abzulesen.
Mammoto u. Ingber, Mechanosensitive mechanisms in transcriptional regulation, Journal of Cell Science, 2012, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3434847/ (11.05.2026)

[43] Humphrey, Jay D. u.a., Mechanotransduction and extracellular matrix homeostasis, nature, 2014, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4513363/ (11.05.2026)

vergleichbar mit einem Glasfaserkabel. Photonische Signale würden so fast augenblicklich durch den gesamten Organismus geleitet.[44]

Auch *Mae-Wan Ho* zeigte auf, dass das Kollagen-Netzwerk des Interstitiums zusammen mit den daran gebundenen Wassermolekülen als flüssigkristallines System, wie ein elektrischer Halbleiter fungiert. Die Synthese aus Kollagen und Wasser wäre ein Medium für die *kooperative Protonenleitung*, welche als der *Grotthuß-Mechanismus* bekannt ist. Von den geordneten Wassermolekülen redet sie als dem „*Strukturierten Wasser*". Das Interstitium ist für sie ein „*supramolekulares flüssigkristallines Kontinuum*", das über Protonenübertragung im Wasser-Netzwerk ultraschnelle Signale und Energie durch den gesamten Körper leitet.[45]

Dass die Verbindung von Kollagenfilmen und Wassermolekülen in biologischen Systemen zur Protonenleitung genutzt wird, wurde schon seit den 1970er Jahren untersucht und im letzten Jahrzehnt bestätigt. Es konnte nachgewiesen werden, wie sich Wassermoleküle um die Dreifachhelix des Kollagens legen und *Wasserbrücken* bilden. Diese Wassermoleküle formieren sich zu einem dreidimensionalen, hochgeordneten Netzwerk, durch welches H^+-Ionen wandern.[46]

Solche Wasserbrückenketten findet man auch in vielen anderen hydratisierten biologischen Makromolekülen. Die höchste natürlich vorkommende Protonenleitfähigkeit (Stand 2019) beruht auf der Struktur von *Glykosaminoglykan Keratansulfat* (GAG-KS). Es gehört zu den komplexen Polysacchariden, die an ein zentrales Eiweißmolekül gebunden sind, den Proteoglykanen.[47] Das GAG-KS ist ein wichtiger Bestandteil des Interstitiums und gehört zu der Stoffgruppe, die Pischinger schon in den 1970er Jahren als wichtigen Bestandteil der extrazellulären Matrix ansah.

4. 3 Fazit zum Interstitium

Das Interstitium ist nicht nur eine den gesamten Organismus durchziehende hochfunktionelle Struktur mit mannigfachen Aufgaben und ausschlaggebender Raum für viele biologische Abläufe. Es ist wahrscheinlich auch ein vielschichtiges und ultraschnelles Kommunikationsnetzwerk. Die darüber verlaufende Regulation ist nur teilweise verstanden und wird diskutiert. Vor allem die elektromagnetische Relevanz, die teilweise enorme Geschwindigkeit und die hypersystemische Reichweite gehören nicht zur allgemeinen Akzeptanz.

---

[44] Oschman, James L., Charge transfer in the living matrix, Journal of Bodywork and Movement Therapies, 2009, https://www.bodyworkmovementtherapies.com/article/S1360-8592(08)00097-1/abstract (11.05.2026)

Hauptwerk: Oschman, James L., Energy Medicine: The Scientific Basis, Livingstone Elsevier, 2015[2]

[45] Hauptwerk: Ho, Mae-Wan, Rainbow And The Worm, The Physics Of Organisms, World Scientific Publishing, 2008[3]

Hunt, Tam, The rainbow and the worm- Establishing a new physics of life, Commun Integr Biol., 2013, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3609844/ (11.05.2026)

Ho, Mae-Wan, Super-Conducting Liquid Crystalline Water Aligned with Collagen Fibres in the Fascia as Acupuncture Meridians of Traditional Chinese Medicine, Forum on Immunopathological Diseases and Therapeutics, 2012, https://www.researchgate.net/publication/255996190_Super (11.05.2026)

[46] Matsui u. Matsuo, Proton Conduction via Water Bridges Hydrated in the Collagen Film, Journal of Functional Biomaterials, 2020, https://www.mdpi.com/2079-4983/11/3/61 (11.05.2026)

[47] Selberg, John, u.a., Proton conductivity of glycosaminoglycans, PLOS one, 2019, https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0202713 (11.05.2026)

5. Strukturiertes Wasser

Dass Wasser auf mikroskopischer Ebene diverse strukturierte Wasserbrücken erzeugen kann, ist kein exklusives Phänomen der Biologie. Es ist ein physikalisches Prinzip – und seine theoretischen Grundlagen sind schon fast hundert Jahre alt.[48] Diese wurden von *Gerald Pollack* zu Beginn des 21. Jh. experimentell untermauert und populär gemacht.

Pollack prägte das Konzept des *Strukturierten Wassers*, was er als „*Exclusion Zone Water*“ oder „*vierter Aggregatzustand des Wassers*“ bezeichnet. Er stellte fest, dass sich flüssiges Wasser bei Kontakt mit hydrophilen Oberflächen nicht mehr ungeordnet verhält. Es formiert sich eine Schicht von mehreren hundert Mikrometern (das ist eine beachtliche Dicke), die völlig veränderte physikalische Eigenschaften aufweist. Die „*Ausschlusszone*“ stößt aktiv gelöste Stoffe aus und reinigt sich dadurch selbst. In diesem Zustand nimmt flüssiges Wasser eine veränderte Molekülstruktur an. Die Moleküle ordnen sich in einem hexagonalen Gitternetz an (wie Bienenwaben). Dieses Gitter gibt H^+-Ionen ab. Dadurch wird es negativ geladen, während das angrenzende normal-flüssige Wasser positiv geladen wird. Es entsteht ein elektrischer Fluss mit einer messbaren elektrischen Spannung.

Sowohl die räumliche Strukturierung als auch der elektrische Fluss bedürfen einer Energiequelle. Wasser kann diese Phänomene nicht aus dem Nichts erzeugen. *Pollack* wies nach, dass Licht, vor allem Infrarotstrahlung, diese Gitternetz-Schicht weiter wachsen lässt. Die negativ geladene Zone dehnt sich dabei um das Vielfache aus. Die Quelle ist also elektromagnetische Energie, nachgewiesen ist vor allem die Wärmestrahlung.[49]

---

[48] 1931: Sir William Bate Hardy. Er beschrieb, dass Wasser an biologischen Grenzflächen veränderte physikalische Eigenschaften annehmen kann, die er als weder rein flüssig noch fest beschreit. Er nannte es einen intermediären Zustand. Hardy, William B., Problems of the boundary state, Philos Trans A Math Phys Eng Sci, 1931, https://royalsocietypublishing.org/rsta/article/230/681-693/1/40517/Problems-of-the-boundary-state (12.05.2026).

1940er/50er Jahre: Albert Szent Györgyi. Er stellte fest, dass Proteine von hochgeordneten Wasserstrukturen umgeben sind. Er nannte sie *Eisberge*. Er schlug auch vor, dass diese Strukturen wie Halbleiter für den Ladungstransport im Organismus agieren. „*Die Biologie hat das Wasser vergessen, oder sie hat es nur als Medium betrachtet, in dem sich die organischen Moleküle bewegen.*“ Hauptwerk: Szent Györgyi, Albert, Bioenergetics, New York Academic Press, 1957, https://archive.org/details/bioenergetics00szen/page/n13/mode/2up (12.05.2026)

1962 (bis 2013): Gilbert Ling. Er argumentierte, dass Wasser in lebenden Zellen niemals normales flüssiges Wasser sei. Die Ladungen auf den Proteinen würden die Wassermoleküle zwingen, sich in polarisierten Multischichten auszurichten. Für ihn war diese Strukturierung des Wassers die eigentliche Definition des lebenden Zustands. Hauptwerk: Ling, Gilbert, A physical theory of the living state: the association-induction hypothesis, Blaisdell Pub., 1962, https://archive.org/details/physicaltheoryof0000ling (12.05.2026)

1960er/70er Jahre: Boris Derjaguin. Er untersuchte Anomalien in Kapillaren und entdeckte Schichten, die eine deutlich höhere Viskosität aufwiesen und nannte dieses Phänomen *Anomalous Water*. Derjaguin, Boris V., Superdense Water, in Scientific American, 223, 1970, S. 52-71, https://www.wkbpic.com/wkbx/SA/1970/1970-11-01.pdf (12.05.2026)

1990er/2000er Jahre: Mu Shik Jhon. Er forschte an der Theorie, dass biologische Funktionen von Gewebe grundlegend von einer hexagonalen Ringstruktur der Wassermoleküle abhänge. Hauptwerk: Jhon, Mu Shik, The water puzzle and the hexagonal key : scientific evidence of hexagonal water and its positive influence on health!, Uplifting Press, 2004

[49] Hauptwerke: Pollack, Gerald H., Cells, Gels and the Engines of Life: A New, Unifying Approach to Cell Function, Ebner and Sons, 2001; Pollack, Gerald H., The Fourth Phase of Water: Beyond Solid, Liquid, and Vapor, Ebner and Sons, 2013
Water, Cells, and Life | Dr. Gerald Pollack | TEDxNewYorkSalon, https://www.youtube.com/watch?v=p9UC0chfXcg (12.05.2026)

Ob man *Structured Water* oder *Exclusion Zone Water* als den vierten Aggregatzustand von Wasser bezeichnen kann oder nicht, diese Phänomene gehören wohl zu den am meisten unterbewerteten Erkenntnissen der modernen Wissenschaft. Sie haben viel Erklärungspotential für Phänomene der Meteorologie (Was sind Wolken?), Marinen Ökologie (Leben unter enormem physischen Druck), Geomorphologie (Quellwasser), Biologie (Gesundheit; Energiezufuhr durch Licht). Vielleicht sogar auch für die Soziologie: Wir strahlen alle Wärmestrahlung aus. Wer weiß, ob der gesundheitliche Vorteil des Zusammenseins nicht auch physikalisch begründet ist. Und ob Phänomene wie die *Aura*, das *Verlieben* oder die *gewisse soziale Spannung* im Raum nicht durch bestimmte Strahlungsfrequenzen übermittelt werden? Vielleicht ist ja die positive/ negative Aus*strahlung* wörtlicher zu nehmen als gedacht?

Doch genug der biophysikalischen Grundlagen. Das Hauptthema ist ja immer noch Krebs.

6. Bioelektrik und Krebs

Die Erforschung biophysikalischer Phänomene und des Interstitiums (Microenvironment) in Bezug zur Krankheitslehre ist zumindest in den Laboren ein wichtiges hochaktuelles Thema. Da sich ein beträchtlicher Anteil der Forschung der Erkrankung Krebs widmet, wird Krebs entsprechend auch biophysikalisch erforscht.

Krebszellen sind im Vergleich zu gesunden Zellen fast immer depolarisiert, ihre Membran-spannung ist viel niedriger. Gesunde Zellen haben ein hohes negatives Ruhemembranpotential (von -70 bis -90 mV). Krebszellen befinden sich, wie embryonale Zellen, in einem chronisch depolarisierten Zustand (oft von -10 bis -30 mV). Diese veränderte Membran-spannung ist kein bloßes Symptom, sondern ein instruktiver bioelektrischer Code. Die Depolari-sation leitet Signalwege ein, die Befehle in das innere der Zelle weiterleiten und diese epigene-tisch umpolen. Sie treibt die rasante Zellteilung und Ausbreitung in fremdes Gewebe an. Die Depolarisation bricht die elektrische Verbindung zum restlichen, systemisch kontrollierten Gewebeverband auf und die Krebszelle wird autonom. Krebs stört die bioelektrischen Netzwerke zur Informationsverarbeitung in zellulären Kollektiven. Das veränderte Membranpotential kann man als universelles biophysikalisches Merkmal von Tumorzellen ansehen.[50,51,]
Schon 2014 konnte *Levin* aufzeigen, dass künstlich veränderte Depolarisation ausreicht, um selbst in genetisch völlig gesunden Zellen einen metastatischen Phänotyp zu induzieren. Und das sogar umgekehrt: Durch das künstliche Blockieren dieser Depolarisation konnte die Tumorbildung gestoppt werden.[52]

Ein weiterer Pionier in bioelektrischer Krebsforschung ist *Mustafa Djamgoz*. Er beschrieb detailliert, warum die elektrische Erregbarkeit von Zellmembranen der Schlüssel zum Verständnis

---

[50] Yang u. Brackenbury, Membrane potential and cancer progression, Frontiers in Physiology, 2013, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3713347/ (12.05.2026)

[51] Zhang u. Levin, Bioelectricity is a universal multifaced signaling cue in living organisms, Molekular Biology of the Cell, 2025, https://www.molbiolcell.org/doi/10.1091/mbc.E23-08-0312 (12.05.2026)

[52] Chernet u. Levin, Endogenous Voltage Potentials and the Microenvironment: Bioelectric Signals that Reveal, Induce and Normalize Cancer, J Clin Exp Oncol., 2014, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4267524/ (12.05.2026)

der Metastasierung ist.[53] 2022 konnte ein Forscherteam, an dem er beteiligt war, zeigen, dass Krebszellen eine Art fluktuierende „*elektrische Sprache*“ nutzen. Gesunde Zellen sind stabil polarisiert, während die Membranspannung von Krebszellen permanent schwankt, um Wachstum und Bewegung zu koordinieren.[54] Zurzeit erforscht er die klinische Umsetzung dieser Erkenntnisse, indem er nach verfügbaren Medikamenten sucht, mit denen man Natriumkanäle blockieren kann.[55]

Tumoren erhöhen aktiv die Dichte von Nervenfasern. Eine erhöhte Nervendichte in der Tumormikroumgebung begünstigt das Tumorwachstum und wird mit einer schlechteren Prognose für Patienten in Verbindung gebracht. Die infiltrierenden Nervenfasern werden im Tumor nicht nur dichter, sondern verändern sich funktionell und genetisch.[56,57]

6. 1 Die Hallmarks of Cancer von Hanahan

Eines der *Ermöglichenden Merkmale* der typischen Krebskennzeichen nach *Hanahan* ist das ***Nicht-mutationale epigenetische Umprogrammieren***. Auf die Fragen, wie das in diesem gewaltigen Ausmaß geschehen kann, hat die etablierte Onkologie keine Antwort. Die biophysikalische Krebsforschung nach *Levin* zeigt eindrücklich, dass die Bioelektrik der Motor hinter dieser Umprogrammierung ist. Die elektrische Depolarisation ist ein Krebssignal. Sie ist anscheinend (oft; immer?) der erste Schritt, der eine Zelle dazu bringt, ihre ursprüngliche Identität aufzugeben und in einen embryonalen, schnell teilungsfähigen Zustand zurückzufallen. Das ist eines der *Charakteristischen Kennzeichen* nach *Hanahan*: Die ***Phänotypische Plastizität***. Tumoren werden durch Nerven stimuliert. Genau diese neuronale Kommunikation ermöglicht es, bioelektrische Signale über weite Strecken zu senden. Es ist ein weiteres *Ermöglichendes Merkmal*: Die ***Innervation***. Auch die für den Tumor und die Metastasen zwingend erforderliche ***Pre-Malignant-Niche***, kann durch bioelektrische Muster in der Umgebung vorbereitet werden. *Levin* kritisiert *Hanahan* schon seit Jahren, dass er die offensichtliche und gut belegte Bioelektrik in der Krebsforschung, nicht in die *Hallmarks of Cancer* aufnimmt. Die epigenetische Umprogrammierung, die Plastizität und die Innervation sind aus Levins Sicht die logischen **Symptome** eines zusammengebrochenen bioelektrischen Kontrollnetzwerks.[58]

---

[53] Djamgoz, Mustafa, Biophysics of Cancer: Cellular Excitability (“CELEX”) Hypothesis of Metastasis, Journal of Clinical & Experimental Oncology, 2014, https://static1.squarespace.com/static/5f283f7c2eb4326eae857040/t/6044eb6361eb7d0967a211d9/1615129446456/Djamgoz+-CELEX+paper+2014.pdf (12.05.2026)

[54] Quicke, Peter, u.a., Voltage imaging reveals the dynamic electrical signatures of human breast cancer cells, Communications Biology, 2022, https://www.nature.com/articles/s42003-022-04077-2 (12.05.2026)

[55] Djamgoz, Mustafa, Ranolazine: a potential anti-metastatic drug targeting voltage-gated sodium channels, Br J Cancer, 2024, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11058819/ (12.05.2026)

[56] Ali, Shahrukh R., u.a., Nerve Density and Neuronal Biomarkers in Cancer, Cancers 14, 2022, https://www.mdpi.com/2072-6694/14/19/4817 (12.05.2026)

[57] Barr, Jeffrey, u.a., Tumor-infiltrating nerves functionally alter brain circuits and modulate behavior in a mouse model of head-and-neck cancer, eLife, 2024, https://elifesciences.org/articles/97916 (12.05.2026)

[58] Zhang u. Levin, Bioelectricity is a universal multifaced signaling cue in living organisms, Molecular Biology of the Cell, 2025, https://www.molbiolcell.org/doi/10.1091/mbc.E23-08-0312 (12.05.2026)

6. 2 Krebs nach Michael Levin

Levin versteht biologische Systeme als elektro-dynamische Schaltkreise und nicht als eine Anhäufung von chemischen Reaktionen. Der gesamte Organismus sei von einem bioelektrischen Informationsnetzwerk durchzogen – dem *Bioelektrischen Code*. Dieser bestimme, wohin Zellen gehen und was sie dort tun sollen. Das Werkzeug sei ein elektrisches Leitsystem. Das elektrische Feld ist viel schneller als jede chemische Diffusion. Chemie ist für ihn nur die Oberfläche, darunter liegt die Physik und die Informatik.

Im gesunden Zustand ist die Bioelektrik der Wächter der Ordnung. Jede Zelle ist über verschiedene Kanäle, aber auch physisch über das Interstitium und die *Gap Junctions* elektrisch mit dem Kollektiv verbunden. Sie kann hören, was das Kollektiv bestimmt. Krebs entsteht, wenn eine Zelle oder ein Zellverbund taub für die bioelektrischen Signale des Organismus – die körpereigene Software – wird. In diesem Zustand ist sie empfänglich für fremde Signale – für eine fremde Software. Krebs bedeutet: Die Antenne – die Ionenkanäle und die Membranspannung – ist verstellt. Die Zelle empfängt einen anderen Sender. Die neuen Signale dienen nicht mehr dem Gesamtsystem, dem Organismus. Die Zelle wird gekapert. Die Energie des Stroms wird im wahrsten Sinne des Wortes auf ein anderes Ziel gelenkt.

Krebs ist für *Levin* keine genetische Krankheit. Er nennt Krebs: *Information Processing Disease* – eine Art dezentrales Netzwerk. Die Bioelektrik ist die Schnittstelle zwischen Software und Hardware. Die DNA ist die Festplatte. Die Epigenetik: Die Zugriffsrechte. Und die Bioelektrik ist die Steuerung, welche die Befehle übermittelt.

Auf den Punkt gebracht, betrachtet *Levin* Krebs philosophisch-biologisch als ein Problem der Isolation. Zellen sind normalerweise Teil eines kollektiven „Selbst“. Bricht die Kommunikation zusammen, schrumpft der Horizont der Zelle. Sie nimmt die Umgebung als Feind oder fremde Welt wahr, reaktiviert ihr altes „*Ur-Programm*“ und fängt an, sich rücksichtslos zu teilen. Eine Wiedereingliederung könnte diesen Prozess wieder rückgängig machen.[59,60]

6. 3 Die etablierte Onkologie

Die medizinische Krebsforschung ist immer noch stark stofflich und genzentriert. Das herrschende Paradigma lautet: Krebs ist eine Erkrankung des Genoms. Die Bioelektrik erfordert ein völlig anderes Denken. Hier geht es nicht primär um Stoffe, sondern um Felder, Ströme und Informationen. Wahrscheinlich müssten Biologen und Mediziner, nach *Marie Curies* Vorbild, intensiver in Biophysik ausgebildet werden, um den interdisziplinären Graben zu überwinden. Ansätze existieren bereits, wie die zugelassene Therapie der *Tumor-Treating Fields*.[61]

---

[59] Levin, Michael, Bioelectrical approaches to cancer as a problem of the scaling of the cellular self, Prog Biophys Mol Biol., 2021, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079610721000377?via%3Dihub (12.05.2026)

[60] Auf seiner Internetseite stellt Levin alle seine Arbeiten von 1985 bis 2026 kostenlos als PDF zur Verfügung. https://drmichaellevin.org/publications/ (12.05.2026)

[61] Hottinger, Andreas F., u.a., Tumor treating fields: a novel treatment modality and its use in brain tumors, Neuro Oncol., 2016, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5035531/ (12.05.2026)

Schluss

Mit diesem dritten Teil der Artikelreihe ist die Einleitung abgeschlossen. Ursprünglich wurden für die Einleitung insgesamt nur zwei, drei Seiten eingeplant, wonach ich sofort zum Thema kommen wollte. Nach naivem Blick hinter den Vorhang, tat sich allerdings ein gewaltiger Kosmos auf. Das betrifft sowohl die aktuellste Krebsforschung, als auch die biologische Steuerung und die Bioelektrik. Bei allen drei Themen muss hier betont werden, dass sie kurz gefasst sind und auf ein ganz bestimmtes Ziel hinarbeiten. Manche Themen sind sehr komplex und wurden bewusst nur von einem bestimmten Blickwinkel betrachtet.

Was ist denn nun Krebs? *Michael Levin* hat wahrscheinlich die hauptsächliche Steuerung zur Krebsphysiologie identifiziert. Seine Erklärung zur Krebsentstehung teile ich jedoch nicht. Sein künstliches Eingreifen zur Auslösung bestimmter Mechanismen, die auch Krebs nutzt, zeigt gerade, dass eine Intelligenz von außen notwendig ist. Ohne einen mächtigen Lenker würde seine hypothetische losgelöste Zelle vom Organismus sofort zerstört werden. Zellen, die aus der Reihe tanzen, werden gerade von dem von *Levin* beschriebenen hochintelligenten Netzwerk sogleich erkannt und vernichtet. Die betroffenen Zellen, woraus Krebs entsteht, brauchen vor allem zu Anfang einen starken Partner, der sie tarnt und schützt. Tarnung und Schutz vor dem Immunsystem ist der wichtigste Aspekt von Krebs zu seinem Überleben. Bei *Levin* liegt auch ein Widerspruch vor: Er sagt selbst, dass eine Zelle im Grunde nur im kollektiven Verbund von außen gesteuert werden kann. Das Programm sei *außen*. Nun steuere sie sich als Krebszelle selbst? Durch ein *internes* Ur-Programm?

Die Krebszellen werden isoliert. Die Leitung zum Hauptrechner des Körpers wird gekappt. Sie hören nicht mehr auf den Organismus. Sie können sich aber nicht selbst steuern, weil sie dafür auf Signale von außen angewiesen sind. Sie sind für die Umgebung blind geworden. Krebszellen wachsen und gedeihen jedoch prächtig. Auf irgendwas oder irgendwen müssen sie hören. Auf wen hören sie? Dreierlei steht fest: Es ist intelligent. Es ist ein Experte in der Epigenetik. Und es ist ein Experte in der Bioelektrik! Der nächste Schritt besteht nun darin, den passenden Fuß für den Schuh zu finden.

« But that's a tale for another day. »

> Abort Protocol White Flag
. . .
. . .
> Initiating Mission Codename Cinderella